

КИНЕТИКА ИЗЛУЧЕНИЯ РОС-ЛАЗЕРА НА ОСНОВЕ СВЕТОИНДУЦИРОВАННОЙ РЕШЕТКИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

В. М. Катаркевич, Д. В. Новицкий, Т. Ш. Эфендиев

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: katarkevich@dragon.bas-net.by

Лазеры на красителях с распределенной обратной связью (РОС), индуцируемой излучением накачки, являются простыми, удобными и эффективными источниками перестраиваемого по спектру узкополосного излучения. Возбуждение активной среды таких РОС-лазеров, как правило, осуществляется с помощью интерференционного поля, формируемого с помощью двух сходящихся пучков накачки с S -поляризацией. Это приводит к пространственно периодическому изменению концентрации возбужденных молекул красителя по длине активной среды и, как следствие, к формированию в ней динамической амплитудно-фазовой решетки. Вместе с тем, генерация излучения на основе РОС может быть получена и при однородной по длине зоны возбуждения интенсивности поля накачки, если при этом обеспечено пространственно-периодическое изменение состояния его поляризации. Последнее может быть достигнуто при возбуждении раствора красителя с помощью двух сходящихся ортогонально поляризованных пучков. Формируемая в таком случае решетка дихроизма усиления (поляризационная решетка) представляет собой новый способ реализации РОС в лазерах на красителях [1–3]. Несомненным достоинством использования для инициирования РОС поляризационной решетки является ее значительно менее инерционный характер. Это обусловлено полным отсутствием формирования в активной среде тепловой фазовой решетки. По указанной причине РОС-лазер на основе решетки поляризации представляется весьма привлекательным для целей получения одиночных пикосекундных импульсов при нано-, субнаносекундной накачке [4].

В настоящей работе впервые исследована кинетика излучения РОС-лазера на основе светоиндуцированной решетки поляризации при субнаносекундном возбуждении и показана возможность получения в нем стабильного режима генерации одиночных пикосекундных импульсов. В качестве активной среды РОС-лазера использовались этанольные растворы родамина 6Ж с концентрацией $C \approx 0.26$ ммоль/л. Накачка активной среды осуществлялась с помощью двух сходящихся ортогонально поляризованных пучков (S - и P -поляризация, соответственно) излучения второй гармоники ($\lambda_n = 532$ нм, $\Delta\lambda_{0.5} < 0.003$ нм) частотного ($f \leq 500$ Гц) твердотельного Nd:LSB микролазера с диодной накачкой

STA01SH-500 (Standa Ltd., Литва) с длительностью импульсов $\tau_{0.5} \approx 0.5$ нс, энергией $E_n \leq 80$ мкДж при стабильности энергии $\varepsilon \approx 0.4\%$ (СКО) и качестве пучка $M^2 < 1.2$. В зависимости от угла схождения пучков накачки длина зоны возбуждения раствора красителя в кювете составляла $L_{\text{РОС}} = 0.9 - 1.2$ см при высоте $h \approx 0.01$ см.

При указанных выше экспериментальных условиях возбуждения диапазон перестройки длины волны РОС-лазера составил 549 – 592 нм при ширине линии $\Delta\lambda_{0.5} < 0.01$ нм. В области максимума контура усиления красителя ($\lambda_r = 565$ нм) пороговая энергия возбуждения $E_{\text{пор}}$ не превышала ~ 1.85 мкДж, а КПД генерации достигал $\sim 60\%$.

Исследования кинетики излучения РОС-лазера, выполненные с использованием электронно-оптической камеры «Агат-СФЗ» (временное разрешение до ~ 2 пс), показали, что в общем случае в нем имеет место генерация цуга пикосекундных импульсов. При этом как число, так и интегральная длительность импульсов в цуге τ зависят от уровня накачки $\gamma = E_n/E_{\text{пор}}$, уменьшаясь с его понижением. При незначительных превышениях порога в РОС-лазере реализуется стабильный режим генерации одиночных пикосекундных импульсов. Так, например, если при уровне накачки $\gamma \approx 3.5$ ($\lambda_r = 565$ нм; $L_{\text{РОС}} \approx 1$ см) выходное излучение РОС-лазера представляло собой цуг из четырех импульсов с общей длительностью $\tau \sim 900$ пс, то понижение значения γ до ~ 3.0 и ~ 2.2 сопровождалось уменьшением числа генерируемых импульсов до трех и двух, соответственно, при $\tau \sim 700 - 800$ пс. При уровнях накачки $1 < \gamma < 1.7$ РОС-лазер генерировал одиночные пикосекундные импульсы, длительность которых зависела от степени превышения порога, уменьшаясь с ее повышением. При этом наиболее короткие импульсы ($\tau_{0.5} \approx 37$ пс; $\Delta\lambda_{0.5} \approx 0.0075$ нм) наблюдались при мощности возбуждения, соответствующей порогу появления второго импульса ($\gamma \approx 1.7$). Из полученных данных следует, что произведение длительности импульса $\tau_{0.5}$ на ширину спектра $\Delta\nu_{0.5}$ ($\Delta\nu_{0.5} = C\Delta\lambda_{0.5}/\lambda_r^2$, где C – скорость света в вакууме) составляет ~ 0.3 , свидетельствуя о спектрально-ограниченном характере генерируемых РОС-лазером одиночных пикосекундных импульсов.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Ф15-042).

1. Lo D., Ye C., Wang J. // Appl. Phys. B. 2003. V.76, No.6. P.649–653.
2. Катаркевич В. М., Рубинов А. Н., Эфендиев Т. Ш. // IV Конгресс физиков Беларуси: Сб. трудов. Минск, 2013. С. 84–85.
3. Катаркевич В. М., Рубинов А. Н., Эфендиев Т. Ш. // Материалы IX Междунар. научно-техн. конф. «Квантовая электроника». Минск, 2013. С.90-91.
4. Bor Zs. // IEEE J. Quant. Electron. 1980. V. 16, No.5. P. 517–524.